

PATENT ABSTRACTS OF JAPAN

(11)Publication number : 08-109994
(43)Date of publication of application : 30.04.1996

(51)Int. Cl. F16L 47/02
B29C 65/34
// B29L 23:00
B29L 31:24

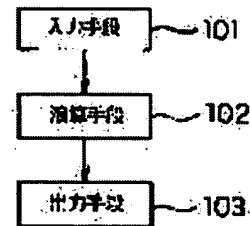
(21)Application number : 06-245693 (71)Applicant : OSAKA GAS CO LTD
(22)Date of filing : 11.10.1994 (72)Inventor : NISHIMURA HIROYUKI
SUYAMA MASAMI
INOUE TOMIO
NAKAGAWA TOMOKAZU

(54) COUPLING FUSION SIMULATION DEVICE, MANUFACTURE OF COUPLING, AND
CONTRACTION CONTROL FOR GAP

(57)Abstract:

PURPOSE: To correctly control the contraction speed for the gap and increase the contraction speed of the gap.

CONSTITUTION: In the simulation for the thermal fusion between a pipe body and a coupling, an input means 101 which receives at least the initial residual compression stress of the coupling, linear expansion coefficient between the pipe body and the coupling and the thermal conductivity, calculating means 102 which obtains the contraction speed of the gap between the pipe body and the coupling according to the prescribed rule in consideration of the initial residual compression stress, on the basis of the inputted data, and an output means 103 which outputs the result of the calculation are provided.



(19) 日本国特許庁 (J P)

(12) 公開特許公報 (A)

(11) 特許出願公開番号

特開平8-109994

(43) 公開日 平成8年(1996)4月30日

(51) Int. Cl. ⁴	識別記号	片内整理番号	P I	技術表示箇所
F 1 6 L 47/02				
B 2 9 C 65/34		7639-4F		
// B 2 9 L 23:00				
31: 24				

審査請求 未請求 請求項の数 5 O L (全 11 頁)

(21) 出願番号	特願平6-245993	(71) 出願人	000000284 大阪瓦斯株式会社 大阪府大阪市中央区平野町四丁目1番2号
(22) 出願日	平成6年(1994)10月11日	(72) 発明者	西村 寛之 大阪市中央区平野町四丁目1番2号 大阪 瓦斯株式会社内
		(72) 発明者	須山 正美 大阪市中央区平野町四丁目1番2号 大阪 瓦斯株式会社内
		(72) 発明者	井上 富美夫 大阪市中央区平野町四丁目1番2号 大阪 瓦斯株式会社内
		(74) 代理人	弁理士 松田 正道

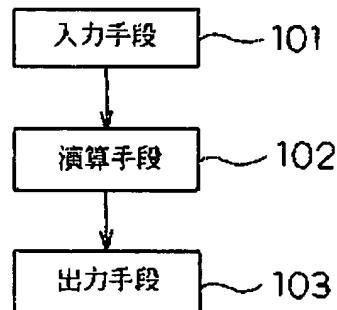
最終頁に続く

(54) 【発明の名称】 継手融着シミュレーション装置及び継手製造方法及び隙間の縮まり方を制御する方法

(57) 【要約】

【目的】 隙間の縮まる速度の制御が従来に比べてより一層正確に行なうことが出来る隙間の縮まり方を制御する方法及び継手融着シミュレーション装置を提供することと、隙間の縮まる速度を従来に比べてより一層速くすることが出来る継手製造方法を提供することを目的とする。

【構成】 パイプ本体と継手とを熱融着することについてシミュレーションする場合、前記継手の初期残留圧縮応力と、前記パイプ本体と前記継手の線膨張係数及び熱伝導率とを少なくとも入力する入力手段101と、前記入力されるデータに基づいて、前記パイプ本体と前記継手との間に存在する隙間の縮まる速度を前記初期残留圧縮応力を考慮した所定のルールに従って求める演算手段102と、その演算結果を出力する出力手段103とを備える。



(2)

特開平8-109994

1

2

【特許請求の範囲】

【請求項1】 バイブ本体と継手とを熱融着する場合、少なくとも前記バイブ本体と前記継手の線膨張係数及び熱伝導率を考慮して、前記バイブ本体と前記継手との間に存在する隙間について、その隙間の縮まり方を制御する方法において、

前記隙間の縮まる速度をより速くしたい場合は、前記継手の初期残留圧縮応力をより大きくし、又、前記隙間の縮まる速度をより遅くしたい場合は、前記継手の初期残留圧縮応力をより小さくすることにより前記速度を制御

することを特徴とする隙間の縮まり方を制御する方法。【請求項2】 バイブ本体と継手とを熱融着することについてシミュレーションする場合、前記継手の初期残留圧縮応力と、前記バイブ本体と前記継手の線膨張係数及び熱伝導率とを少なくとも入力する入力手段と、

前記入力されるデータに基づいて、前記バイブ本体と前記継手との間に存在する隙間の縮まる速度を前記初期残留圧縮応力を考慮した所定のルールに従って求める演算手段と、

その演算結果を出力する出力手段と、を備えたことを特徴とする継手融着シミュレーション装置。

【請求項3】 バイブ本体と継手とを熱融着する場合に使用する前記継手の製造方法において、

前記熱融着が行われる場合に、前記バイブ本体と前記継手との間に存在する隙間の縮まる速度がより速くなるように、前記継手の成形加工後、少なくともその継手の前記隙間を形成する面をより速く冷却して作成することを特徴とする継手製造方法。

【請求項4】 バイブ本体と継手とを熱融着する場合、少なくとも前記バイブ本体と前記継手の線膨張係数及び熱伝導率を考慮して、前記バイブ本体と前記継手との間に存在する隙間について、その隙間の縮まり方を制御する方法において、

前記隙間の縮まる速度をより速くしたい場合は、前記継手の体積膨張率をより大きくし、又、前記隙間の縮まる速度をより遅くしたい場合は、前記継手の体積膨張率をより小さくすることにより前記速度を制御することを特徴とする隙間の縮まり方を制御する方法。

【請求項5】 バイブ本体と継手とを熱融着する場合に使用する前記継手の製造方法において、

前記熱融着が行われる場合に、前記バイブ本体と前記継手との間に存在する隙間の縮まる速度がより速くなるように、少なくともその継手の前記隙間を形成する部位及び／又はその近傍に体積膨張率がより大きい材料を使用して作成することを特徴とする継手製造方法。

【発明の詳細な説明】

【0001】

【産業上の利用分野】 本発明は、バイブ本体と継手の接触面を熱で溶かして融着する場合に利用可能な、継手融着シミュレーション装置及び継手製造方法及び隙間の縮

まり方を制御する方法に関するものである。

【0002】

【従来の技術】 従来、2本のガス用ポリエチレンパイプ（以降、PEパイプと呼ぶ）を接合する方法として、継手を用いて接合する方法が知られており、以下にその構成及び動作を説明する。

【0003】 即ち、図8（a）に示すように、継手902は、PEパイプ901の外形より少し大きめの内径を有し、しかもPEパイプ901に比べて長さの短い筒状のものである（図8（b）参照）。継手902の内部には、内面側に近い方にコイル状に成形された電熱線903が内蔵されている。このインサート成形された電熱線903の両端は、継手902の外部に露出しており、その先端部には通電用の端子（図示省略）が設けられている。ここで、図8（a）は、PEパイプ901と、電熱線903を内蔵した継手902の組立状態において、PEパイプ901の中心軸Xを含み切断した場合の断面図であり、図8（b）は、同組立状態において、中心軸Xに対して直角方向に切断した図中「Y-Y'」で示す矢視断面図である。2本のPEパイプ901を接合する場合、PEパイプ901と継手902を図8（a）のように配置して、電熱線903に通電する。このように電熱線903がある一定時間通電されることにより、継手902の電熱線903の周辺部が軟化し、継手902の内面側がPEパイプ901の外表面側へと移動して、継手902とPEパイプ901との間に存在している隙間（ギャップ）904が閉塞する。隙間904が閉塞した後も通電が続けられており、継手902とPEパイプ901の界面温度が上昇し、熱融着可能な温度に到達することにより、両者の接合面が熱融着される。これにより2本のPEパイプ901の接合が完了する。

【0004】 又、従来より、このような熱融着による接合における各部の温度変化をシミュレーションする方法も知られている。各部の温度としては、例えば、継手902の内面と、それに対応している位置のPEパイプ901の外表面等である。

【0005】 即ち、PEパイプ901と継手902の物性値として、熱伝導率、比熱、粘性、線膨張係数、ポアソン比等を入力データして、伝熱解析や熱応力解析を行なって、上記熱融着の際のPEパイプ901と継手902の温度変化のシミュレーションを行ない、例えば、上記通電に必要な時間等の事前検討の一部に活用されている。

【0006】

【発明が解決しようとする課題】 しかしながら、上記のような従来の熱融着の方法では、隙間904の縮まる速度を左右するパラメータとして、継手の初期残留応力の分布をも考慮に入れるという考え方が基本的になかった。このために、継手902が物性的にも形状・構造的にも初期値として全く同じであるとの前提の基に、同一

(3)

特開平8-109994

3

条件で熱融着を行なった場合、従来全く認識されていなかったこの前提条件に結果的に不備があったために、隙間904の縮まる速度の制御が正確に行えないという欠点があった。又、上記従来のシミュレーションについても、上記入力データに基づいて、継手の初期残留圧縮応力を考慮に入れないで計算されたPEパイプ901と継手902の温度変化の結果が、実際の実験により測定された値と一致しないため、正確な継手の評価が出来ないといった課題を有していた。

【0007】本発明は、従来の熱融着の方法等のこのような課題を考慮し、隙間の縮まる速度の制御が従来に比べてより一層正確に行なうことが出来る隙間の縮まり方を制御する方法及び継手融着シミュレーション装置を提供することを目的とする。

【0008】又、上記課題を解決するために、隙間の縮まる速度を従来に比べてより一層速くすることが出来る継手製造方法を提供することを目的とする。

【0009】

【課題を解決するための手段】請求項1の本発明は、パイプ本体と継手とを熱融着する場合、少なくとも前記パイプ本体と前記継手の線膨張係数及び熱伝導率を考慮して、前記パイプ本体と前記継手の間に存在する隙間について、その隙間の縮まり方を制御する方法において、前記隙間の縮まる速度をより速くしたい場合は、前記継手の初期残留圧縮応力をより大きくし、又、前記隙間の縮まる速度をより遅くしたい場合は、前記継手の初期残留圧縮応力をより小さくすることにより前記速度を制御する、隙間の縮まり方を制御する方法である。

【0010】請求項2の本発明は、パイプ本体と継手とを熱融着することについてシミュレーションする場合、前記継手の初期残留圧縮応力と、前記パイプ本体と前記継手の線膨張係数及び熱伝導率とを少なくとも入力する入力手段と、前記入力されるデータに基づいて、前記パイプ本体と前記継手の間に存在する隙間の縮まる速度を前記初期残留圧縮応力を考慮した所定のルールに従って求める演算手段と、その演算結果を出力する出力手段とを備えた継手融着シミュレーション装置である。

【0011】請求項3の本発明は、パイプ本体と継手とを熱融着する場合に使用する前記継手の製造方法において、前記熱融着が行われる場合に、前記パイプ本体と前記継手の間に存在する隙間の縮まる速度がより速くなるように、前記継手の成形加工後、少なくともその継手の前記隙間を形成する面をより速く冷却して作成する継手製造方法である。

【0012】請求項4の本発明は、パイプ本体と継手とを熱融着する場合、少なくとも前記パイプ本体と前記継手の線膨張係数及び熱伝導率を考慮して、前記パイプ本体と前記継手の間に存在する隙間について、その隙間の縮まり方を制御する方法において、前記隙間の縮まる速度をより速くしたい場合は、前記継手の体積膨張率を

4

より大きくし、又、前記隙間の縮まる速度をより遅くしたい場合は、前記継手の体積膨張率をより小さくすることにより前記速度を制御する、隙間の縮まり方を制御する方法である。

【0013】請求項5の本発明は、パイプ本体と継手とを熱融着する場合に使用する前記継手の製造方法において、前記熱融着が行われる場合に、前記パイプ本体と前記継手の間に存在する隙間の縮まる速度がより速くなるように、少なくともその継手の前記隙間を形成する部位及び/又はその近傍に体積膨張率がより大きい材料を使用して作成する継手製造方法である。

【0014】

【作用】請求項1の本発明では、パイプ本体と継手とを熱融着する場合、例えば、隙間の縮まる速度をより速くしたい場合は、前記継手の初期残留圧縮応力がより大きいものを使用し、又、前記隙間の縮まる速度をより遅くしたい場合は、前記継手の初期残留圧縮応力がより小さいものを使用することにより隙間の縮まる速度の制御が従来に比べてより一層正確に行なうことが出来る。

【0015】請求項2の本発明では、入力手段が、パイプ本体と継手とを熱融着することについてシミュレーションする場合、前記継手の初期残留圧縮応力と、前記パイプ本体と前記継手の線膨張係数及び熱伝導率とを少なくとも入力し、演算手段が前記入力されるデータに基づいて、前記パイプ本体と前記継手の間に存在する隙間の縮まる速度を前記初期残留圧縮応力を考慮した所定のルールに従って求め、出力手段がその演算結果を出力する。これにより、例えば、前記隙間の縮まる速度をより一層正確にシミュレーション出来る。

【0016】請求項3の本発明では、パイプ本体と継手とを熱融着する場合に使用される継手は、例えば、成形加工後その継手の、前記パイプ本体との間に隙間を形成する面がより速く冷却されて作成される。このようにして作成された継手では、初期残留圧縮応力がより大きくなっているため、この継手を用いて熱融着を行えば、パイプ本体と継手との間に存在する隙間の縮まる速度がより速くなる。

【0017】請求項4の本発明では、パイプ本体と継手とを熱融着する場合、例えば、隙間の縮まる速度をより速くしたい場合は、前記継手の体積膨張率がより大きいものを使用し、又、前記隙間の縮まる速度をより遅くしたい場合は、前記継手の体積膨張率がより小さいものを使用することにより隙間の縮まる速度の制御が従来に比べてより一層正確に行なうことが出来る。

【0018】請求項5の本発明では、パイプ本体と継手とを熱融着する場合に使用される継手は、例えば、成形加工後その継手の、前記パイプ本体との間に隙間を形成する部位及び/又はその近傍に体積膨張率がより大きい材料を使用して作成される。このようにして作成された継手では、隙間を形成する部位及び/又はその近傍の体

(4)

特開平8-109994

5

5

膨張率がより大きくなっている。この継手を用いて熱融着を行えば、パイプ本体と継手との間に存在する隙間の縮まる速度がより速くなる。

【0019】

【実施例】以下、本発明にかかる実施例について図面を参照しながら説明する。

【0020】図1は、本発明の一実施例の継手融着シミュレーション装置の構成図であり、同図を用いて本実施例の構成を説明する。尚、パイプと継手等に関しては、本質的に図8と同じものを使用する場合は、同じ符号を付し、その説明を省略する。

【0021】図1において、入力手段101は本発明のパイプ本体としてのPEパイプ901(図8(a)参照)の各種物性値と、継手902の少なくとも初期残留圧縮応力を含む各種物性値等を入力するための手段である。演算手段102はこれらの入力データからPEパイプ901と継手902との間に存在する隙間904(図8(b)参照)の縮まる速度を上記初期残留圧縮応力を考慮した所定のルールに従って求める手段である。出力手段103は演算手段102による演算結果をプリンター(図示省略)等に出力するためのものである。

【0022】次に、以上のように構成された本実施例の継手融着シミュレーション装置において、その動作を述べながら、本発明の隙間の縮まり方を制御する方法の一実施例を図面を参照しながら説明する。

【0023】入力手段101により、熱伝導率、比熱、密度、粘性、ヤング率、膨張係数、ポアソン比が入力データとして入力され、更に、これらに加えて、継手902の初期残留応力として、初期残留圧縮応力と初期残留引っ張り応力の分布データ(図4参照)が入力される。

【0024】本発明の最も重要な点の一つは、隙間904の縮まる速度を左右するパラメータとして従来全く気づかれていなかった継手902の初期残留圧縮応力をも考慮に入れるべきであるとの認識に立って、この初期残留圧縮応力の分布を演算に必要な一つの重要なパラメータとして扱った点である。

【0025】入力手段101から入力された各種データは、基本的には、図2に示す概念図に従って処理される。ここで図2は本実施例の継手融着シミュレーション装置の演算処理の基本的な流れを示す概念図である。

【0026】すなわち、初期データからPEパイプ901の外周(パイプ界面)、継手902の内面(継手界面)、電熱線903、及び電熱線903近傍の継手902内部の各々の温度分布が、伝熱解析手段201により伝熱解析を行なって求められる。それら温度分布データ及び各種物性値を用いて、熱応力解析手段202による熱応力解析結果から隙間904の縮まる速度が隙間閉塞演算手段203により演算され、新たな隙間904aのデータ等が算出される。

【0027】このようにして、求められた新たな隙間9

04aのデータ等を基に再び、伝熱解析を行ない上記各部位の温度分布を計算するというプロセスを繰り返す。

【0028】そのプロセスについて、更に具体的に図3(a)、(b)を参照しながら説明する。ここで、図3(a)、(b)は、本実施例の演算処理の動作を説明するフローチャートである。

【0029】すなわち、PEパイプ901と継手902との間に、隙間904が存在する場合には、これらは各々独立に変形し、その隙間が閉じると、一体化して変形するので、これを解析モデルに取り入れなければならない。本実施例では、以下のような計算手順によって、隙間904の閉塞についての処理を行うものである。

【0030】ステップ1：入力手段101により、データを入力する。具体的には、PEパイプ901と継手902の形状データ及びそのメッシュサイズ、隙間904の寸法の初期値、PEパイプ901と継手902の粘度及び弾性率、解析を行なう時間間隔(Δt とも表す)、電熱線903への通電停止時刻等を入力する。ここで、メッシュサイズとは、後述する熱応力解析等に用いる応力分布データの入力に関し、継手902等の形状をどのような方法で、どの程度の分置に分割するかを決定するためのパラメータである(図3(a)参照)。又、隙間904の寸法とは、PEパイプ901の中心軸Xから放射状方向を基準として測定したPEパイプ901の外周と継手902の内面との距離をいうものとする。

【0031】ステップ2：初期残留応力分布データを入力する。ここで、初期に入力する残留応力値としては、パイプの応力計算のため、円筒座標系を用いている。そして、応力は、パイプの周方向、軸方向、及び半径方向の3つの方向についての応力を用いて表現される。本実施例では、初期に代入する残留応力値としては、周方向(図4参照)と軸方向の2つの応力を用いる。残りの1つの半径方向の応力は、釣合の式から算出される。

【0032】図4は、この初期残留応力の内、PEパイプ901の周方向初期残留応力分布曲線401と継手902の周方向初期残留応力分布曲線402を示すグラフである。ここで、グラフの横軸は、PEパイプ901及び継手902の半径方向を基準とした中心軸Xからの距離を示しており、グラフの縦軸はPEパイプ901及び継手902の周方向初期残留応力値を示す。

【0033】同図からも明らかなように、継手902の外周に近い部分として、半径方向距離が70(mm)の位置では、初期残留引っ張り応力が440(g/mm^2)であり、継手902の中心部分として、同距離が約66(mm)の位置では、初期残留応力がほぼ0(g/mm^2)であることがわかる。又、継手902の内面に近い部分として、半径方向距離が58(mm)の位置では、初期残留圧縮応力が-360(g/mm^2)であることが読み取れる。このことから、継手902の初期残留圧縮応力としては、相対的に見て、外面に近い部分

(5)

特開平8-109994

7

8

より内面に近い部分の方がより一層大きな値として分布しているといえる。

【0034】ステップ3：シミュレーションにおけるスタートを示すために、電熱線903への通電開始時刻として、 $t=0$ が設定され、その時の隙間904の寸法が既にステップ1にて入力済みの初期隙間量として g_0 に設定される。尚、通電開始時を基準として任意の時刻 t における隙間の寸法は g_t と表すものとする。

【0035】ステップ4：次に、本実施例で用いる伝熱解析用のプログラムにより、時刻 t における各部の温度を求める。

【0036】ステップ5：次に、本実施例で用いる熱応力解析用の応力解析プログラムにより、時刻 t における各部の応力分布、歪、変位を求める。

【0037】ここで、 $t=0$ の場合のみ、ステップ2で入力した初期残留応力分布データ（図4参照）が用いられる。

【0038】ここでの処理内容を、図3（b）を参照しながら更に具体的に説明する。

【0039】ステップ31：ステップ4での時刻 t における各部の温度データに基づいて、要素毎に（式1）

【0040】

【数1】

$$\dot{P} = \int \mathbf{B}^T \cdot \dot{\mathbf{C}}_T dv \quad (\text{式1})$$

から応力マトリックスを計算し、全体に生成する。

【0041】図5は、時刻 $t=50$ （秒）、200

（秒）における計算により得られた周方向応力分布を示すグラフである。尚、参考として、時刻 $t=0$ での周方*

$$g_{t+\Delta t} = g_t + \Delta u_{<J>} - \Delta u_{<P>} \quad (\text{式4})$$

によって求める。

【0048】ここに、 $\Delta u_{<J>}$ 、 $\Delta u_{<P>}$ は各々、継手902の内面及びPEパイプ901の外面の半径方向変位増分である。

【0049】ステップ7：ステップ6にて求めた時刻 $t+\Delta t$ における隙間量が、正の値であるか否かを判定する。

【0050】判定の結果が、正の値であれば、ステップ8へ進み、0又は負の値であれば、ステップ9へ進。

【0051】ステップ8：ステップ7での判定結果が正の値の場合、時刻 t に対して $t+\Delta t$ を代入する。すな※

$$\xi = g_t / (g_t - g_{t+\Delta t}) \quad (\text{式5})$$

にて ξ を求める。

【0054】そして、隙間904が完全に閉塞した時刻

* 向初期残留応力分布データ（図4に示すものと同じものである）は点線で表した。

【0042】ステップ32：更に、要素毎に（式2）

【0043】

【数2】

$$\mathbf{K} = \int \mathbf{B}^T \cdot \mathbf{D} \cdot \mathbf{B} dv \quad (\text{式2})$$

から剛性マトリックスを計算し、全体に生成する。

【0044】ステップ33：ステップ31、32における計算結果を基に、通電開始から時刻 $t+\Delta t$ における、PEパイプ901及び継手902の各部の半径方向変位増分を（式3）

【0045】

【数3】

$$\Delta \mathbf{U} = \mathbf{K}^{-1} \cdot \Delta \mathbf{t} \cdot \dot{\mathbf{P}} \quad (\text{式3})$$

但し、 \mathbf{K} は剛性マトリックス、 Δt は時間増分、 $\dot{\mathbf{P}}$ は時刻 t の温度および応力に関する関数。

から求める。この場合、隙間904が閉塞せずにまだ存在しているものとして、PEパイプ901と継手902に関して各々独立に変形するとの前提で演算処理を行なう。

【0046】ステップ6：ステップ33で求めた半径方向変位増分に基づき、時刻 $t+\Delta t$ における隙間量を（式4）

【0047】

【数4】

※ ouchi. $t=t+\Delta t$ となって、ステップ4へ戻り、上記ステップを繰り返す。

【0052】ステップ9：ステップ7での判定結果が0又は負の値の場合は、時刻 t と時刻 $t+\Delta t$ の間に、PEパイプ901の外面と継手902の内面が接触し、隙間904が完全に閉塞したことを意味する。そこで、隙間904が完全に閉塞した時刻として、 $t+\xi \Delta t$ （ $0 < \xi < 1$ ）を求めるために、（式5）

【0053】

【数5】

まで一旦戻り、ステップ33にて（式3）により求められた時刻 $t+\Delta t$ における半径方向変位増分を、上記時

(6)

特開平8-109994

9

10

刻 $t + \epsilon \Delta t$ での変位増分ベクトルの値に(式6)

*【数6】

【0055】

*

$$\Delta u = \epsilon \Delta u$$

(式6)

ここに、右辺の Δu は、ステップ33にて(式3)により求められた時刻 $t + \Delta t$ における半径方向変位増分である。

を用いて置き換える。その後、ステップ10へ進む。

【0056】ステップ10: $t = t + \Delta t$ として、ステップ4へ戻り、上記ステップを繰り返す。但し、この場合、隙間904が完全に閉塞した後の処理となるために、上記の処理とは、若干の相違点がある。

【0057】例えば、ステップ33での(式3)の計算は、PEパイプ901の外周と継手902の内面は一体化して変形するといういわゆる境界条件として、 $\Delta u_{1,2} = \Delta u_{2,1}$ を用いて処理される。

【0058】以上説明した各ステップを、予め設定しておいた解析終了時刻まで繰り返すことにより、後述する、電熱線903への通電時間と隙間904の縮まる速度の関係及び各部の温度の関係を表したシミュレーション結果(図6、図7(a)、(b)参照)を得ることが出来る。

【0059】次に、このように計算により得られた、隙間904の寸法の時間的な変化状況(隙間の縮まる速度と見てよい)のシミュレーション結果の例を、図6を参照しながら説明する。

【0060】図6は、継手902の初期残留圧縮応力の違いにより、隙間904の縮まる速度が異なるようすを表したグラフである。

【0061】ここで、横軸は電熱線903の通電時間(秒)を、縦軸は隙間904の寸法を表している。

【0062】同図に示すように、601は初期残留圧縮応力の分布が通常の場合(図4に示したものに相当)の計算例であり、隙間904が0になるまでの隙間閉塞時間は76秒である。602は初期残留圧縮応力が0の場合の計算例であり、隙間閉塞時間は116秒である。

又、603は継手902の内面側近傍の初期残留圧縮応力が通常の2倍である場合の計算例であり、隙間閉塞時間は53秒である。

【0063】このように、継手902の初期残留圧縮応力を入力パラメータの一つとして加えることにより、隙間904の縮まる速度がより一層正確にシミュレーション可能となる。

【0064】次に、このように継手の初期残留圧縮応力を加味して、得られたシミュレーション結果が実際の実験結果と如何によく類似しているかについて、図7を参照しながら説明する。

【0065】すなわち、図7(a)は、本実施例の継手融着シミュレーション装置により計算されたシミュレーション結果の内、電熱線903への通電時間と隙間90

4の縮まる速度の関係を表したグラフであり、図6で説明したもの内、初期残留圧縮応力が通常の場合(図4に示したものに相当)のシミュレーション結果と同じものである。

【0066】図7(b)は、図7(a)と同じシミュレーション結果の内、電熱線903への通電時間と各部位の温度の関係を表したグラフであり、両グラフの横軸は共に時間軸であり一致している。図7(b)において、シミュレーション結果は実線で表され、実験データは点線で表されている。

【0067】図7(b)に示す各部位の温度変化を表したグラフからも明らかなように、本実施例によるシミュレーション結果が実際の実験結果と極めてよく類似していることがわかる。

【0068】これは、上記継手の初期残留圧縮応力を加味して、熱応力解析等を行なった結果、隙間904が縮まって行く過程を従来に比べてより一層正確に解析することが出来たからに他ならない。

【0069】PEパイプ901と継手902を熱融着する場合、融着前の設置時に隙間904が存在することは上述した通りである。電熱線903に通電して、電熱線903から発生した熱がいくらか継手902の内面に伝わっても、隙間904がいつまでも存在し続けていると、継手902の内面からPEパイプ901外面に対して熱が十分に伝わらず適正な融着が行われない。

【0070】従って、上記隙間閉塞時間が短ければ短いほど、継手902からPEパイプ901に対してより早く、しかもより充分な熱が伝わるために、熱融着がより適正に行われる。

【0071】このようなことから、上記隙間閉塞時間をより短くすることが出来る継手の作成が必要となる。

【0072】以下、上記要望に応じることが可能な、本発明の他の実施例の継手製造方法を説明する。

【0073】すなわち、上記隙間閉塞時間を従来よりもより短くすることが出来る継手902を製造するためには、継手902の成形加工後、その継手902の内面側を従来よりもより速く冷却するとよい。

【0074】このようにすることにより、継手902の外周側には初期残留引っ張り応力が分布し、継手902の内周側には従来に比べてより一層大きな初期残留圧縮応力が分布することになり、上述したことから明かなように上記隙間閉塞時間を従来よりもより短くすることが出来る。

(7)

特開平8-109994

11

12

【0075】又、逆に隙間閉塞時間を従来よりも長くするためには、継手902の成形加工後、その継手902の内面側を従来よりもよりゆっくりと冷却するとよい。これは、言うまでも無く、継手902の外面側にはより小さな値の初期残留引っ張り応力が分布し、継手902の内面側には従来に比べてより小さな初期残留圧縮応力が分布することになるからである。

【0076】以上説明した上記実施例の構成によれば、継手902に内蔵されている電熱線903に通電を開始してから、隙間904が閉塞していく過程を時間の流れに沿ってより一層正確に解析が出来る。

【0077】又、入力する物性値が一定値ではなく、温度や時間経過とともに任意に変化する値であっても解析が可能である。

【0078】これにより、隙間904が閉塞していく過程を正確に解析してシミュレーションすることが可能となり、電熱線903への通電に必要な時間や継手902の形状あるいは、その物性等の事前検討に活用出来る。

【0079】従って、継手902の試作数置や融着性能の確認実験回数を低減することが可能となる。このことは、特に口径が150mmや200mm等の大口徑のPEパイプ901の継手902の事前検討に対して、極めて大きな効果を発揮するものであり、確認実験に要する膨大な時間とコストの大幅な低減が可能となる。

【0080】尚、上記実施例では、継手の冷却方法として、継手の内面側を冷却する場合について説明したが、これに限らず、例えば、継手全体を冷却するようにして、その冷却の速さを従来より速くする等、冷却の速さを制御する方法でもよく、要するに継手の内面側の初期残留圧縮応力が制御出来る方法でありさえすればどのような冷却方法の内容は問わない。

【0081】又、上記実施例では、継手製造方法として、パイプ本体と継手との間に存在する隙間の縮まる速度がより速くなるようにするために、継手を冷却する場合について説明したが、これに限らず、例えば、継手の内面側に体積膨張率がより大きい材料を使用して作成する製造方法を用いてもよい。

【0082】この場合、更に具体的に説明すると、例えば、継手の内面側と外面側とに各々体積膨張率が異なる2種類の成形用樹脂材料を用い、2層成形をして製造するようにしてもよい。このとき、内面側の材料としては外面側の材料に比べて体積膨張率の大きいものが使用されるのは言うまでもない。

【0083】他の例として、上記電熱線を被覆する被覆樹脂を使用する際に、その被覆樹脂の体積膨張率を継手の材料の体積膨張率に比べてより大きいものを使用する方法としてもよい。

【0084】更に他の例として、上記電熱線を巻き付けるベースとなるボビンを使用する場合であれば、そのボビンの材料の体積膨張率を継手の材料の体積膨張率に比

べてより大きいものを使用する方法としてもよい。

【0085】

【発明の効果】以上述べたところから明らかなように本発明は、パイプ本体と継手との間に存在する隙間の縮まる速度を従来に比べてより一層速くすることが出来るという長所を有する。

【0086】又、本発明は、隙間の縮まる速度をより一層正確にシミュレーション出来るという長所を有する。

【図面の簡単な説明】

【図1】本発明の一実施例の継手融着シミュレーション装置の構成図

【図2】同実施例の継手融着シミュレーション装置の演算処理の基本的な流れを示す概念図

【図3】図3(a)、(b)；同実施例の演算処理の動作を説明するフローチャート

【図4】同実施例で用いるPEパイプと継手の周方向初期残留応力の分布を示すグラフ

【図5】同実施例において、時刻 $t=50$ (秒)、 200 (秒)における計算により得られた周方向応力分布を示すグラフ

【図6】同実施例の継手の初期残留圧縮応力の違いにより、隙間の縮まる速度が異なるようすを表したグラフ

【図7】図7(a)；同実施例の継手融着シミュレーション装置により計算されたシミュレーション結果の内、電熱線への通電時間と隙間の縮まる速度の関係を表したグラフ

図7(b)；同シミュレーション結果の内、電熱線への通電時間と各部位の温度の関係を表したグラフ

【図8】図8(a)；従来、及び本発明の一実施例で用いる継手、PEパイプの組立状態において、中心軸を含み切断した場合の断面図

図8(b)；同組立状態において、同中心軸に対して直角方向に切断した矢視断面図

【符号の説明】

101	入力手段
102	演算手段
103	出力手段
201	伝熱解析手段
202	熱応力解析手段
203	隙間閉塞演算手段
401	PEパイプ周方向初期残留応力分布曲線
402	継手周方向初期残留応力分布曲線
601	初期残留圧縮応力が通常の場合の計算結果
602	初期残留圧縮応力が0の場合の計算結果
603	初期残留圧縮応力が通常の場合の2倍である場合の計算結果
902	継手
901	PEパイプ
903	電熱線
904	隙間(ギャップ)

(8)

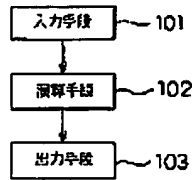
特開平8-109994

14

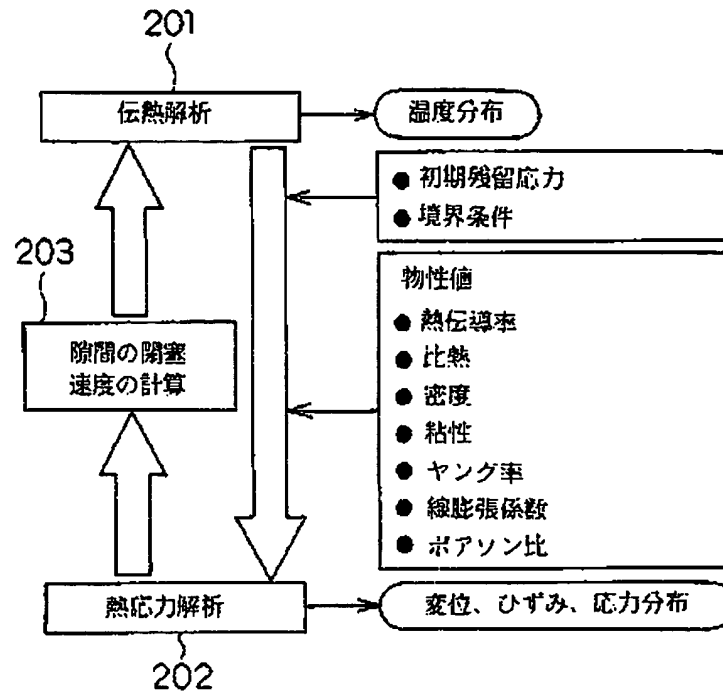
X 中心軸

13

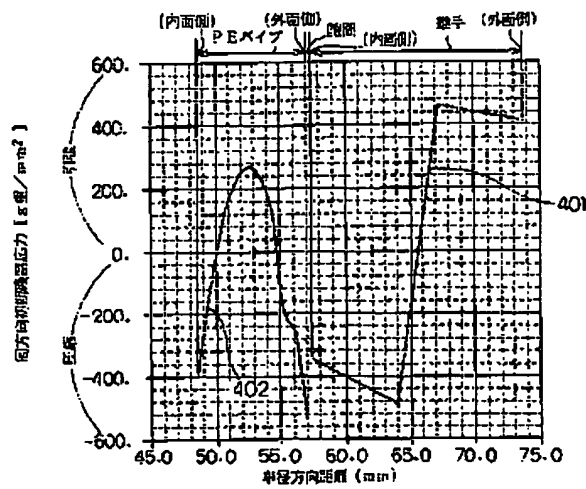
【図1】



【図2】



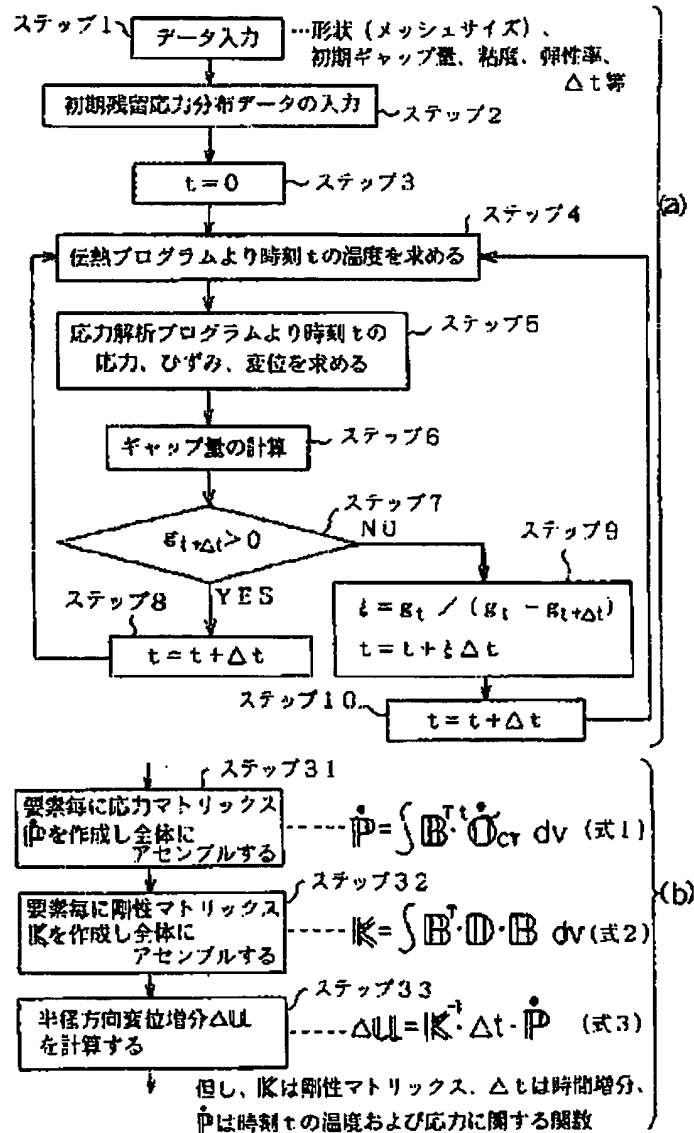
【図4】



(9)

特開平8-109994

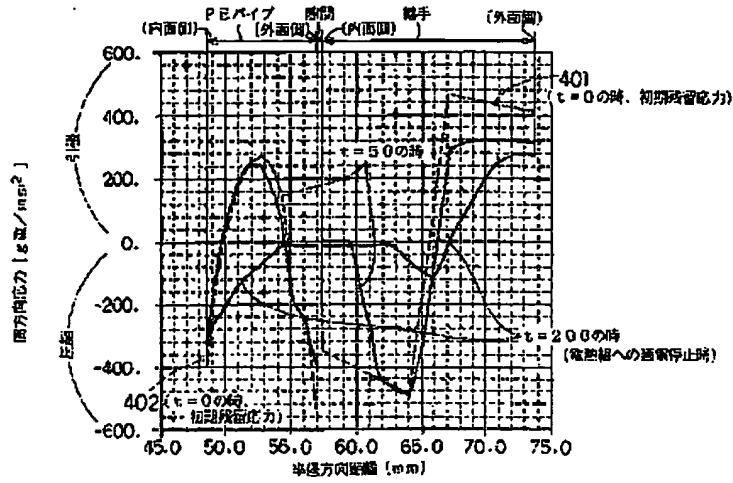
【図3】



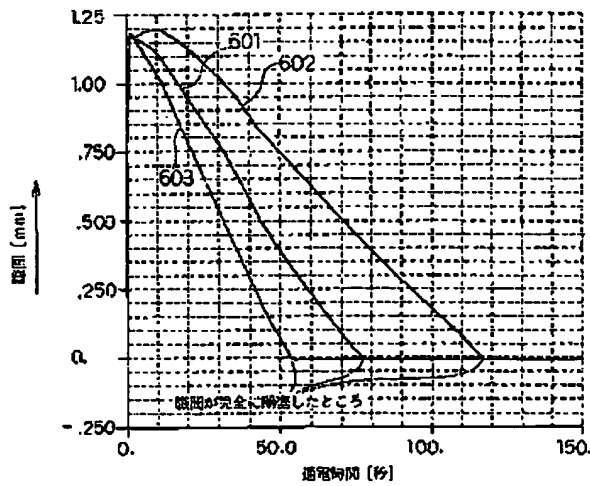
(10)

特開平8-109994

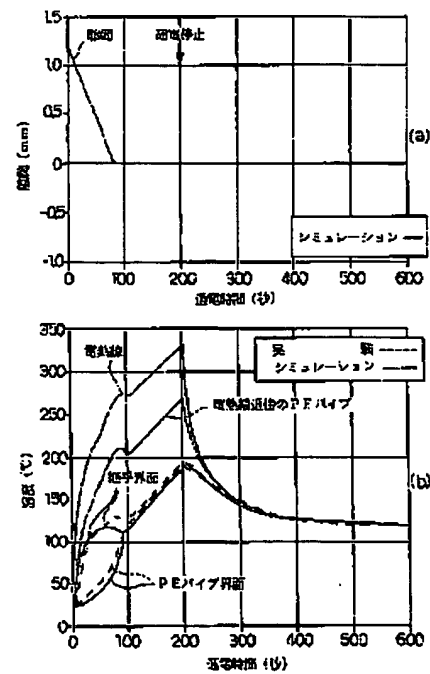
【図5】



【図6】



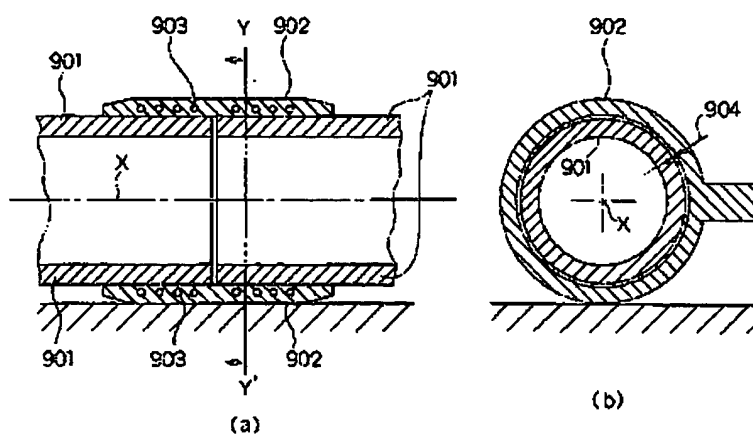
【図7】



(11)

特開平 8-109994

【図 8】



フロントページの続き

(72)発明者 中川 知和
神戸市西区高塚台 1 丁目 5 番 5 号 株式会
社神戸製鋼所内